

03500.016046



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

|                             |   |                      |
|-----------------------------|---|----------------------|
| In re Application of:       | ) |                      |
|                             | : | Examiner: N.Y.A.     |
| TOMOYUKI HIROKI ET AL.      | ) |                      |
|                             | : | Group Art Unit: 1746 |
| Application No.: 10/023,665 | ) |                      |
|                             | : |                      |
| Filed: December 21, 2001    | ) |                      |
|                             | : |                      |
| For: METHOD FOR MANUFAC-    | ) |                      |
| TURING LIQUID INJECTING     | : |                      |
| HEAD                        | ) | March 5, 2002        |

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

In support of Applicants' claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed  
is a certified copy of the following foreign application:

2000-389712 filed December 22, 2000

Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by

telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

2d P. Diano

Attorney for Applicants

Registration No. 28,286

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200



CFD 16046 US/hda

10/023.665

本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年12月22日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-389712

[ ST.10/C ]:

[ JP 2000-389712 ]

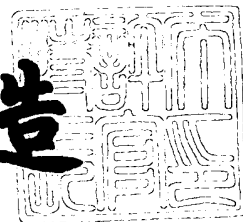
出 願 人  
Applicant(s):

キヤノン株式会社

2002年 1月18日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3117223

【書類名】 特許願

【整理番号】 3426027

【提出日】 平成12年12月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/16

【発明の名称】 液体噴射ヘッドの製造方法

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 廣木 知之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 今仲 良行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 斉藤 一郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 小川 正彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 望月 無我

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100095991

【弁理士】

【氏名又は名称】 阪本 善朗

【電話番号】 03-5685-6311

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 020330

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704673

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液体噴射ヘッドの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液体に吐出エネルギーを付与する複数の吐出エネルギー発生素子を備えた素子基板と液吐出用の複数のノズル溝を備えたノズル部材を組み合わせ、液体噴射ヘッドを製造する液体噴射ヘッドの製造方法において、

前記素子基板と前記ノズル部材を少なくとも一つの共通する材料を用いて構成し、前記ノズル部材に対し前記ノズル溝を形成する溝形成面と反対側の面から異方性エッチングを施して前記ノズル溝に液体を供給するための液流路を形成し、その後、前記溝形成面からさらに異方性エッチングを施して前記ノズル溝を形成し、前記液流路および前記ノズル溝の壁面を前記ノズル部材が前記素子基板と接する面に対して略垂直に形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 2】 液流路を形成するための異方性エッチングのエッチング量  $t$  は、ノズル部材の厚さを  $t_w$ 、ノズル溝の深さを  $t_n$  とすると、 $t_w > t > t_w - t_n$  の関係式を満たすものであることを特徴とする請求項 1 記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 3】 液体に吐出エネルギーを付与する複数の吐出エネルギー発生素子を備えた素子基板と液吐出用の複数のノズル溝を備えたノズル部材を組み合わせ、液体噴射ヘッドを製造する液体噴射ヘッドの製造方法において、

前記素子基板と前記ノズル部材を少なくとも一つの共通する材料を用いて構成し、前記ノズル部材に対し前記ノズル溝を形成する溝形成面と反対側の面から異方性エッチングを施して前記ノズル溝に液体を供給するための液流路を形成し、その後、前記溝形成面からさらに異方性エッチングを施して前記ノズル溝および該ノズル溝に連通して液体を蓄えておく液室を同時に形成し、前記液流路、前記ノズル溝および前記液室の壁面を前記ノズル部材が前記素子基板と接する面に対して略垂直に形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 4】 液流路を形成するための異方性エッチングのエッチング量  $t$  は、ノズル部材の厚さを  $t_w$ 、ノズル溝の深さを  $t_n$  とすると、 $t_w > t > t_w - 2 \times t_n$  の関係式を満たすものであることを特徴とする請求項 3 記載の液体噴

射ヘッドの製造方法。

【請求項 5】 ノズル部材の材料として表面が〈1 1 0〉面であるシリコンウエハを用いることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液吐出用ノズルから液体を液滴として吐出する液体噴射方式に用いられる液体噴射ヘッドの製造方法に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

液体噴射方式（インクジェット方式）に使用される液体噴射ヘッドは、インク等の液体を吐出する複数の液吐出用ノズル、各液吐出用ノズルに連通した液流路および各液吐出用ノズル内に位置付けられた吐出エネルギー発生素子（例えば、電気熱変換素子）を備え、吐出エネルギー発生素子に吐出情報に対応した駆動信号を印加し、吐出エネルギー発生素子の位置する液吐出用ノズル内の液体に吐出エネルギーを付与することによって、液体を微細な液吐出用ノズルの吐出口から飛翔液滴として吐出させて記録を行なうように構成されている。

【0 0 0 3】

この種の液体噴射ヘッドや液体噴射ヘッド用のノズル部材としては様々な形態のものが提案され、その製造方法も様々な方式が提案されている。そこで、従来の液体噴射ヘッドおよびそのノズル部材の一例を図 1 1 および図 1 2 を用いて説明する。図 1 1 は例えば特開平 6 - 3 1 9 1 8 号公報等に記載されている液体噴射ヘッドおよびノズル部材を図示するものであり、ノズル部材 1 0 1 は、表面が結晶の〈1 0 0〉面になるように切断され研磨されたシリコンウエハで形成され、1 0 2 は液体供給用の貫通孔、1 0 3 は液吐出用のノズルであり、1 0 5 は、吐出エネルギー発生素子としての電気熱変換素子（以下、ヒーターという。）1 0 6 が多数配設されたシリコンチップからなるヒーターボード（素子基板）である。ノズル部材 1 0 1 とヒーターボード 1 0 5 は、ノズル 1 0 3 とヒーター 1 0

6が相対向するように接合あるいは接着され、ノズル103とヒーターボード105の表面で断面形状が三角形状の細いノズルを構成し、そして各ノズル103内にヒーター105を含んだ形態となっている。

## 【0004】

ところで、このノズル部材101は次のように作製されている。すなわち、ノズル部材101を構成するシリコンウエハの表面に熱酸化やCVD等の成膜法により二酸化珪素などの無機膜を形成し、またスピコート法等により有機膜のレジスト材をノズル面側に形成した後、ノズル103および貫通孔102の形状に応じたパターニングを行ない、その後、KOH、TMAH等のエッチング液に浸して異方性ウェットエッチングを行なう。すると、シリコンの〈111〉面に沿った形でエッチングが進み、表面が〈100〉面のシリコンウエハを用いた場合、〈111〉面は表面に対して54.7°傾いた向きになっているので、ノズル103および貫通孔102は、図11および図12に図示する形状に形成される。

## 【0005】

このように作製されたノズル部材101とヒーターボード105を接合あるいは接着して液体噴射ヘッドを構成する際に、ノズル部材101においてノズル103と貫通孔102の間に壁部110が残っているために液体の流路を確保することができないため、図12に図示するように、ヒーターボード105側にポリイミド等の材料をパターニングすることで流路壁107を形成して矢印108で示すような液流路を確保している。

## 【0006】

そして、図11および図12に図示する液体噴射ヘッドにおいて、インク等の液体とは図示しない液体タンクから供給されて液流路である貫通孔102に導かれ、液流路を介して、ノズル103内に達する。ヒーターボード105上に配設された多数のヒーター106は図示しない制御回路によって制御され、記録情報に応じて個々のヒーター106に通電する。記録情報に応じて通電されたヒーター106は発熱してそのノズル103内の液体を加熱し、加熱された液体はある臨界温度を越えると沸騰して気泡を形成する。この気泡形成による体積の増加に



より液体の一部がノズル103の吐出口から勢いよく押し出され、例えば紙等の記録媒体の上に着弾する。これを繰り返すことにより記録画像が完成する。

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

上述した従来技術において、ノズル部材として表面が〈100〉面のシリコンウエハを用いることにより、エッチングが斜めに進むのでパターニングの形状によって深さを調整することができ、ノズルと貫通孔を一度のエッチングで形成することができるという利点があるけれども、図12に図示するようにノズル103と貫通孔102の間に壁部110が残ってしまうため、ヒーターボード105側にポリイミド等の材料をパターニングすることで流路壁107を形成し、図12において矢印108で示すような液流路を作らなければならず、ヒーターボードの製造工程が複雑化するという問題点があった。

## 【0008】

また、ノズル103の形状が図11に示すように断面三角形状になってしまうために、ノズル103間の壁が厚くなってしまい、ノズル形成の効率が悪く、ノズルの高密度化に対して不利であるという問題点があった。

## 【0009】

さらに、吐出エネルギー発生素子としてヒーターを用いる液体噴射ヘッドにおいて、液体を吐出させるための気泡の力が貫通孔側にも逃げてしまうという課題に対し、図13に図示するように、ヒーター106の上部に弁109を設けて液吐出の効率化を図る方法が提案されている。すなわち、弁109は、ヒーター106の発熱により気泡が生じたときに、気泡の力で上に動くと同時に気泡が貫通孔012側に逃げるのを防ぐ作用をしている。ところが、ノズル103の断面形状が三角形状である場合、弁109が上方へ動いたときにノズル103の壁面に接触しやすくなり、また、弁109がノズル壁面に接触しないようにするためには必要以上にノズル幅を広くする必要が生じ、さらに、ノズルの高密度化に対して不利となっていた。

## 【0010】

また、シリコン以外の材料を加工してノズルを形成する方法も提案されており

、このような方法によれば、樹脂などを用いてノズルを自由な形状に加工することができ、利点があるけれども、ノズルの数を増やして記録ヘッドを長尺化した場合には、ヒーターボードとの熱膨張率の違いなどにより、ヒーターボードとの密着性に問題があり、液体噴射ヘッドの長尺化に限界があった。

## 【0011】

そこで、本発明は、上記の従来技術の有する未解決の課題に鑑みてなされたものであって、液吐出用ノズルを形成する部材に異方性エッチングを施すことによって断面矩形状の複数のノズルを形成し、ノズルの高密度化および長尺化に好適な液体噴射ヘッドを製造することができる液体噴射ヘッドの製造方法を提供することを目的とするものである。

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、液体に吐出エネルギーを付与する複数の吐出エネルギー発生素子を備えた素子基板と液吐出用の複数のノズル溝を備えたノズル部材を組み合わせ、液体噴射ヘッドを製造する液体噴射ヘッドの製造方法において、前記素子基板と前記ノズル部材を少なくとも一つの共通する材料を用いて構成し、前記ノズル部材に対し前記ノズル溝を形成する溝形成面と反対側の面から異方性エッチングを施して前記ノズル溝に液体を供給するための液流路を形成し、その後、前記溝形成面からさらに異方性エッチングを施して前記ノズル溝を形成し、前記液流路および前記ノズル溝の壁面を前記ノズル部材が前記素子基板と接する面に対して略垂直に形成することを特徴とする。

## 【0012】

さらに、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、液体に吐出エネルギーを付与する複数の吐出エネルギー発生素子を備えた素子基板と液吐出用の複数のノズル溝を備えたノズル部材を組み合わせ、液体噴射ヘッドを製造する液体噴射ヘッドの製造方法において、前記素子基板と前記ノズル部材を少なくとも一つの共通する材料を用いて構成し、前記ノズル部材に対し前記ノズル溝を形成する溝形成面と反対側の面から異方性エッチングを施して前記ノズル溝に液体を供給するための液流路を形成し、その後、前記溝形成面からさらに異方性エッチングを施して

前記ノズル溝および該ノズル溝に連通して液体を蓄えておく液室を同時に形成し、前記液流路、前記ノズル溝および前記液室の壁面を前記ノズル部材が前記素子基板と接する面に対して略垂直に形成することを特徴とする。

## 【0013】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法においては、ノズル部材の材料として表面が〈110〉面であるシリコンウエハを用いることが好ましい。

## 【0014】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法においては、液流路を形成するための異方性エッチングのエッチング量 $t$ は、ノズル部材（シリコンウエハ）の厚さを $t_w$ 、ノズル溝の深さを $t_n$ とすると、 $t_w > t > t_w - t_n$ の関係式を満たすものであることが好ましく、また、ノズル溝と液室を同時に異方性エッチングにより形成する製造工程においては、液流路を形成するための異方性エッチングのエッチング量 $t$ が、ノズル部材（シリコンウエハ）の厚さを $t_w$ 、ノズル溝の深さを $t_n$ とすると、 $t_w > t > t_w - 2 \times t_n$ の関係式を満たすものであることが好ましい。

## 【0015】

## 【作用】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法によれば、素子基板（ヒーターボード）とノズル部材を少なくとも一つの共通する材料を用いて構成し、表面が〈110〉面のシリコンウエハからなるノズル部材に対し溝形成面と反対側の面から異方性エッチングを施して液流路としての貫通孔を形成し、その後、溝形成面からさらに異方性エッチングを施してノズル溝を形成して、液流路およびノズル溝の壁面をノズル部材が素子基板と接する面に対して略垂直となすことにより、ノズルの高密度化が可能となり、さらに長尺の液体噴射ヘッドを容易に製造することが可能になる。

## 【0016】

さらに、ノズル部材に対し溝形成面と反対側の面から異方性エッチングを施して液流路としての貫通孔を形成した後に、溝形成面からさらに異方性エッチングを施してノズル溝およびノズル溝に連通する液体を蓄えておく液室を同時に形成

することにより、パターニングのアライメント精度を高めることなく、高密度でかつ長尺の液体噴射ヘッドを安定して製造することができる。

## 【0017】

また、ノズル部材をヒーターボードと同じシリコンを用いて作製することにより、ノズル部材とヒーターボードの間に熱による歪みが生じることがなくノズル部材とヒーターボードとの密着性が保たれ、液体噴射ヘッドの長尺化を図ることができる。

## 【発明の実施の形態】

## 【0018】

本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

## 【0019】

図1は、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法の第1実施例に基づいて作製された液体噴射ヘッドの模式的な斜視図であり、図2は、同じく液体噴射ヘッドを構成するノズル部材を示し、(a)はノズル部材のノズル形成面から見た平面図、(b)はノズル部材の側面図であり、(c)は(a)におけるA-A線に沿った断面図である。

## 【0020】

図1および図2において、1は表面が $\langle 110 \rangle$ 面のシリコンウエハで作製されたノズル部材であり、ノズル部材1は、液供給用の液流路としての貫通孔2および液吐出用の複数のノズル（またはノズル溝）3が形成されており、吐出エネルギー発生素子としてのヒーター6が多数配設された素子基板（以下、ヒーターボードという）5に接合されあるいは接着される。

## 【0021】

貫通孔2およびノズル3は、ノズル部材1の材料として表面が $\langle 110 \rangle$ 面のシリコンウエハを用いて、異方性エッチングを施すことによって、断面矩形状に形成されており、従来例における断面三角形状あるいは台形のノズルや貫通孔と異なっている。このようにノズル3の断面形状を矩形状とするノズル部材1を用いることにより、ノズル3間の壁厚を薄くすることができるので、ノズル3の高密度化が容易に行なうことができ、さらに、ノズル3と貫通孔2がノズル部材1

の内部で接続されるので、ヒーターボード5上に壁を形成するなどして液流路を確保する必要がない。すなわち、従来例のようにポリイミドのような特別な流路部材を持たないヒーターボード5上にノズル部材1を密着させ、図示しない液体タンクから貫通孔2に液体を供給してやると、毛管現象によりノズル3内に液体が満たされ、さらに、図示しない制御回路により制御してヒーターボード5上のヒーター6に通電すると、液体が発泡しノズル3の先端の吐出口から液体が吐出する。

## 【0022】

次に、このノズル部材の製造方法について詳細に説明する。

## 【0023】

一般にTMAH、KOHなどのエッチング液を用いてシリコンをウェットエッチングすると、 $\langle 111 \rangle$ 結晶面に沿ってエッチングされる異方性エッチングの現象が知られている。これを表面が $\langle 100 \rangle$ 面のシリコンウエハに対し施すと、 $\langle 111 \rangle$ 面は $\langle 100 \rangle$ 面に対して $54.7^\circ$ 傾いているので、従来例において説明したような形状にエッチングされてしまうけれども、表面が $\langle 110 \rangle$ 面のシリコンウエハの場合、 $\langle 111 \rangle$ 面は表面に対して垂直な面であるので、図1および図2に示すような垂直な壁のノズルを形成することが可能になる。

## 【0024】

しかしながら、この場合、エッチング時間が長ければ長いほど溝の深さが深くなっていき、最後は貫通した孔になってしまうので、従来例のようにマスク形状によって溝深さを制御することができない。すなわち、ノズルと貫通孔を一度のエッチング工程で形成することができず、2度に分けてマスクのパターニングおよびシリコンのエッチングを行わねばならない。そして、ノズル深さは、ノズルの密度によって異なるけれども、一般的に $10\mu\text{m}$ ～数百 $\mu\text{m}$ であるので、例えば、ノズルを先に形成した場合、貫通孔を開ける際にノズルにレジストを塗布して保護すべきであるが、ノズルに均一なレジストを塗布することが難しく、ノズルの保護の面で問題になる。また、逆に貫通孔を先に開けてしまうと、ノズル面のパターニングが非常に困難になる。

## 【0025】

そこで、本実施例におけるノズル部材の製造工程を図3に従って説明する。

#### 【0026】

図3の(a)において、10はノズル部材の材料となるシリコン(Si)ウエハで、表面が $\langle 110 \rangle$ 面のものである。このシリコンウエハ10の両面を熱酸化あるいはCVDなどの成膜方法によって、図3の(b)に示すように二酸化珪素( $\text{SiO}_2$ )の薄膜11および12を形成する。なお、二酸化珪素はシリコンの異方性エッチングの際のマスク層として機能するものである。次に、図3の(c)に示すように、ノズル形成面と反対側の二酸化珪素薄膜11に通常のリソグラフィ技術に従って貫通孔形状のパターニングを行なう。そして、これをTMAH等のエッチング液に浸して異方性ウェットエッチングを行なう。パターニングした部分からエッチングが進み、図3の(d)に示すように、深い孔2aが形成される。このとき、エッチング条件を制御して孔2aを貫通させないことが重要である。つまり、孔2aが貫通してしまい、ノズル形成面側の薄い二酸化珪素薄膜12のみが残っている状態では、ノズル形成面側のウエハ面を平坦に維持することができなくなり、次のノズル形成の際のレジスト塗布や露光が困難となる。そのために、ノズルの深さより僅かに薄い程度にシリコンを残しておくことが重要である。すなわち、異方性エッチングのエッチング量 $t$ は、シリコンウエハ(ノズル部材)10の厚さを $t_w$ 、ノズル3の深さを $t_n$ とすると、 $t_w > t > t_w - t_n$ の関係式を満たす範囲の値とする。

#### 【0027】

次に、ノズル形成面側の二酸化珪素薄膜12に図示しないレジスト材を塗布し、ドライエッチングによりノズル形状にパターニングする(図3の(e))。このとき、前述したように、ノズル形成面側が平坦に保たれているので、レジスト材の塗布およびノズル形状のパターニングを容易に行なうことができる。そして、これを再び異方性エッチング液に浸すことにより、ノズル部分がエッチングされると同時に、反対側から孔2aのエッチングが引き続き行なわれ、ノズル3が形成される頃には孔2aがノズル形成面側に達して貫通した貫通孔2となり、ノズル3と連通する(図3の(f))。最後に、シリコンウエハ10の両面に残っている二酸化珪素薄膜11、12を取り除くことにより、図3の(g)に示すよ

うにノズル 3 と貫通孔 2 を備えたノズル部材が完成する。

【0028】

また、本実施例におけるノズル部材の製造工程の変形例について図 4 を参照して説明する。本変形例において、図 4 の (a) ~ (d) の工程は、前述した図 3 の (a) ~ (d) の工程と同じであるが、前述した図 3 の (e) の製造工程において二酸化珪素薄膜 1 2 のパターニングの際にドライエッチングを行なっているのに対し、本変形例は、図 4 の (e) においてウェットエッチングを行なう点で相違している。すなわち、図 3 の (e) ではノズル形成面の反対側の面に二酸化珪素薄膜 1 1 が残っているけれども、図 4 の (e) では除去されている。これは、ノズル形成面と反対側の二酸化珪素薄膜 1 1 は貫通孔形成のために一度パターニングしているためにレジスト塗布が難しく保護されていない状態であるので、ノズル形成面側の二酸化珪素薄膜 1 2 をパターニングするためにエッチング液に浸たすと、ノズル形成面と反対側の二酸化珪素薄膜 1 1 も同時にエッチングされてしまうためである。したがって、ノズル形成時の異方性エッチング (図 4 の (f)) において、ノズルの形成と同時にその反対側表面のシリコンもエッチングされてしまう。しかし、この面は吐出特性には直接関係せず、図示しない液体タンクから液体が漏れることなく供給されることが重要であるので、全体的にノズル部材が薄くなったとしても機能的に問題はない。このように本変形例においては、二酸化珪素のパターニングとしてウェットエッチングを行ない、生産性をさらに上げることが可能となる。

【0029】

また、本発明の第 1 実施例およびその変形例においては、ノズル部材の材料として、ヒーターボードと同じシリコンを用いることにより、ノズル数を増やして液体噴射ヘッドを長尺化した場合においても、ノズル部材とヒーターボードの密着性が保たれ、熱による歪みが生じないという利点を有している。

【0030】

さらに、本発明の第 1 実施例およびその変形例におけるノズル部材は、吐出の効率化のためにノズル内に弁を設けた場合にも有効である。すなわち、図 5 に図示するように、ヒーター 5 の上方に弁 9 を設けると、ノズル 3 の断面形状が矩

形であるために、弁9が上方へ移動するときノズル3の壁面に接触することがなく、ノズル3の幅を弁9の幅よりも僅かに広くしておくだけで良いので、高い吐出効率を確保したままノズルの高密度化が可能となる。

## 【0031】

次に、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法の第2実施例について、図6ないし図10を参照して説明する。図6は、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法の第2実施例に基づいて作製された液体噴射ヘッドの模式的な斜視図であり、図7は、同じく液体噴射ヘッドを構成するノズル部材を示し、(a)はノズル部材のノズル形成面から見た平面図、(b)はノズル部材の側面図であり、(c)は(a)におけるB-B線に沿った断面図である。

## 【0032】

図6および図7において、21は表面が $\langle 110 \rangle$ 面のシリコンウエハで作製されたノズル部材であり、ノズル部材21は、液供給用の液流路としての貫通孔22および液吐出用の複数のノズル（またはノズル溝）23、さらに液体をノズル23に安定して供給しうるように液体を溜めておくための液室24（図7参照）が形成されており、吐出エネルギー発生素子としてのヒーター26が多数配設されたヒーターボード25に接合されあるいは接着される。

## 【0033】

貫通孔22、ノズル23および液室24は、ノズル部材21の材料として表面が $\langle 110 \rangle$ 面のシリコンウエハを用いて異方性エッチングを施すことによって、断面矩形状に形成される。一般に、表面が $\langle 110 \rangle$ 面のシリコンをTMAH、KOHなどのエッチング液を用いてウェットエッチングすると、 $\langle 111 \rangle$ 結晶面に沿ってエッチングされ、この $\langle 111 \rangle$ 面は $\langle 110 \rangle$ 面に対して垂直な面であるので、図6および図7に示すような垂直な壁のノズルを形成することが可能になる。また、液室24は、ノズル23と同時に異方性エッチングにより形成することによって、その深さは、ノズル23とほぼ同じであるけれども、ノズル23のような壁がない分だけエッチングされやすいので、若干ノズルよりも深くなる。

## 【0034】



次に、本実施例におけるノズル部材の製造工程を図8に従って説明する。

【0035】

図8の(a)において、30はノズル部材の材料となるシリコン(Si)ウエハで、表面が<110>面のものである。このシリコンウエハ30の両面を熱酸化あるいはCVDなどの成膜方法によって、図8の(b)に示すように二酸化珪素( $\text{SiO}_2$ )の薄膜31および32を形成する。次に、図8の(c)に示すように、ノズル形成面と反対側の二酸化珪素薄膜31に通常のフォトリソグラフィ技術に従って貫通孔形状のパターニングを行なう。そして、これをTMAH等のエッチング液に浸して異方性ウェットエッチングを行なう。パターニングした部分からエッチングが進み、図8の(d)に示すように、深い孔22aが形成される。このとき、エッチング条件を制御して孔22aを貫通させないことが重要である。つまり、孔22aが貫通してしまうと、あるいはノズル形成面側の薄い二酸化珪素薄膜32のみが残っている状態では、ノズル形成面側のウエハ面を平坦に維持することができなくなり、次のノズル形成の際のレジスト塗布や露光が困難となる。そのために、ノズル形成面側のウエハ面を平坦に維持しうる程度のシリコン層、すなわち後述するようにノズル深さのほぼ2倍以下のシリコン層を残しておく。

【0036】

次に、ノズル形成面側の二酸化珪素薄膜32に図示しないレジスト材を塗布し、ドライエッチングによりノズル23と液室24を合わせた形状にパターニングする(図8の(e))。このとき、ノズル形成面側が平坦に保たれているので、レジスト材の塗布およびノズルと液室を合わせた形状のパターニングを容易に行なうことができる。そして、これを再び異方性エッチング液に浸すことにより、ノズル部分と液室部分がエッチングされると同時に、反対面側から孔22aのエッチングが引き続き行なわれ、ノズル23が形成される頃には孔22aがノズル面側に達して貫通し、液室24を介して、ノズル23と連通する(図8の(f))。このとき、液室部分はノズルに比べて壁がないぶんエッチング速度が速く、ノズルよりも若干深めになる。ここで、液室24に対する貫通孔22の相対位置は、液室24と貫通孔22が連通されていることだけが重要であるので、液室2

4の大きさに対して貫通孔22を十分に小さくしておけばアライメント精度はそれほど厳しくする必要がない。そして、ノズル23と液室24を同時に形成することで、ノズル23の長さを確保することができ、そして貫通孔22は液室24に確実に連通する位置とすることができる。また、貫通孔22と液室24が連通する部分では両面からエッチングが進むので、図8の(d)における異方性エッチング工程で孔22aが貫通しないように残す部分の厚さは、ノズル深さのほぼ2倍以下とすることができる。すなわち、異方性エッチングのエッチング量 $t$ は、シリコンウエハ(ノズル部材)30の厚さを $t_w$ 、ノズル23の深さを $t_n$ とすると、 $t_w > t > t_w - 2 \times t_n$ の関係式を満たすものであればよい。

## 【0037】

このように、本実施例においては、ノズル23と貫通孔22をそれぞれ形成するためのシリコンウエハの両面のパターニングの際のアライメントのずれによってノズルと貫通孔が連通しない場合が生じるという問題点や、オーバーラップが大きすぎてノズル長さが短くなるというような問題点を解消することができる。

## 【0038】

このようにしてノズル23や液室24および貫通孔22を形成した後に、シリコンウエハ10の両面に残っている二酸化珪素薄膜31、32を取り除くことにより、図8の(g)に示すようなノズル部材が完成する。

## 【0039】

本実施例にしたがって作製したノズル部材を用いれば、ノズル間の壁厚を薄くすることができるので、ノズルの高密度化が容易に行なえ、また、ノズルと貫通孔がノズル部材の中で連通されているのでヒーターボード上に壁を形成して液流路を確保する必要がない。すなわち、図6に図示するようにポリイミドのような特別な流路部材を持たないヒーターボード25上にノズル部材21を密着させ、図示しない液体タンクから貫通孔22に液体を供給してやると、液室24を介して、毛管現象によりノズル23内に液体が満たされる。また、両面パターニングのアライメント精度を高めることなく正確なノズル長が確保できるので、常に安定した液体の吐出を行なうことができる。なお、図8の(f)のノズル形成工程においてドライエッチングによって矩形溝を掘ることもできるけれども、生産性

の面からウェットエッチングが望ましい。

次に、本実施例におけるノズル部材の製造工程の変形例について図 9 を参照して説明する。本変形例において、図 9 の (a) ~ (d) の工程は、前述した図 8 の (a) ~ (d) の工程と同じであるが、前述した図 8 の (e) の製造工程において二酸化珪素薄膜 3 2 のパターニングの際にドライエッチングを行なっているのに対し、本変形例は、図 9 の (e) においてウェットエッチングを行なう点で相違している。すなわち、図 8 の (e) ではノズル形成面の反対側の面に二酸化珪素薄膜 3 1 が残っているけれども、図 9 の (e) では除去されている。これは、ノズル形成面と反対側の二酸化珪素薄膜 3 1 は貫通孔形成のために一度パターニングしているためにレジスト塗布が難しく保護されていない状態であるので、ノズル形成面側の二酸化珪素薄膜 3 2 をパターニングするためにエッチング液に浸たすと、ノズル形成面と反対側の二酸化珪素薄膜 3 1 も同時にエッチングされてしまうためである。したがって、ノズル形成時の異方性エッチング (図 9 の (f)) において、ノズルの形成と同時にその反対側のシリコンもエッチングされてしまう。しかし、この面は吐出特性には直接関係せず、図示しない液体タンクから液体が漏れることなく供給されることが重要であるので、全体的にノズル部材が薄くなったとしても機能的に問題はない。このように本変形例においては、二酸化珪素のパターニングとしてウェットエッチングを行ない、生産性をさらに上げることが可能となる。

#### 【 0 0 4 0 】

以上のように、本発明の第 2 実施例およびその変形例においても、ノズルの高密度が可能であり、さらに、ノズル部材の材料として、ヒーターボードと同じシリコンを用いることにより、ノズル数を増やして液体噴射ヘッドを長尺化した場合においても、ノズル部材とヒーターボードの密着性が保たれ、熱による歪みが生じないという利点を有している。

#### 【 0 0 4 1 】

また、本発明の第 2 実施例およびその変形例におけるノズル部材は、吐出の効率化のためにノズル内に弁を設けた場合にも有効である。すなわち、図 1 0 に図示するように、ヒーター 2 6 の上方に弁 2 9 を設けると、ノズル 2 3 の断面形

状が矩形であるために、弁 2 9 が上方へ移動するときノズル 2 3 の壁面に接触することがなく、ノズル 2 3 の幅を弁 2 9 の幅よりも僅かに広くしておくだけで良いので、高い吐出効率を確保したままノズルの高密度化が可能となる。

## 【 0 0 4 2 】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、液体噴射ヘッドのノズル部材としてシリコンを用いて、ノズル壁を垂直に形成することができるので、高密度でかつ長尺の液体噴射ヘッドを容易に作製することが可能になる。

## 【 0 0 4 3 】

さらに、ノズル部材をヒーターボードと同じシリコンを用いて作製することにより、ノズル部材とヒーターボードの間に熱による歪みが生じることがなくノズル部材とヒーターボードとの密着性が保たれ、液体噴射ヘッドの長尺化を図ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法の第 1 実施例に基づいて作製された液体噴射ヘッドの模式的な斜視図である。

## 【図 2】

本発明の第 1 実施例に基づいて作製された液体噴射ヘッドを構成するノズル部材を示し、(a) はノズル部材のノズル形成面から見た平面図、(b) はノズル部材の側面図であり、(c) は (a) における A - A 線に沿った断面図である。

## 【図 3】

本発明の第 1 実施例に基づくノズル部材の製造工程図である。

## 【図 4】

本発明の第 1 実施例の変形例に基づくノズル部材の製造工程図である。

## 【図 5】

本発明の第 1 実施例に基づいて作製された液体噴射ヘッドに吐出効率改善のための弁を付設した液体噴射ヘッドの断面図である。

## 【図 6】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法の第 2 実施例に基づいて作製された液体噴射ヘッドの模式的な斜視図である。

【図 7】

本発明の第 2 実施例に基づいて作製された液体噴射ヘッドを構成するノズル部材を示し、(a) はノズル部材のノズル形成面から見た平面図、(b) はノズル部材の側面図であり、(c) は (a) における B - B 線に沿った断面図である。

【図 8】

本発明の第 2 実施例に基づくノズル部材の製造工程図である。

【図 9】

本発明の第 2 実施例の変形例に基づくノズル部材の製造工程図である。

【図 1 0】

本発明の第 2 実施例に基づいて作製された液体噴射ヘッドに吐出効率改善のための弁を付設した液体噴射ヘッドの断面図である。

【図 1 1】

従来の液体噴射ヘッドの模式的な斜視図である。

【図 1 2】

図 1 1 に図示する液体噴射ヘッドの模式的な断面図である。

【図 1 3】

図 1 1 に図示する液体噴射ヘッドに吐出効率改善のための弁を付設した液体噴射ヘッドの模式的な断面図である。

【符号の説明】

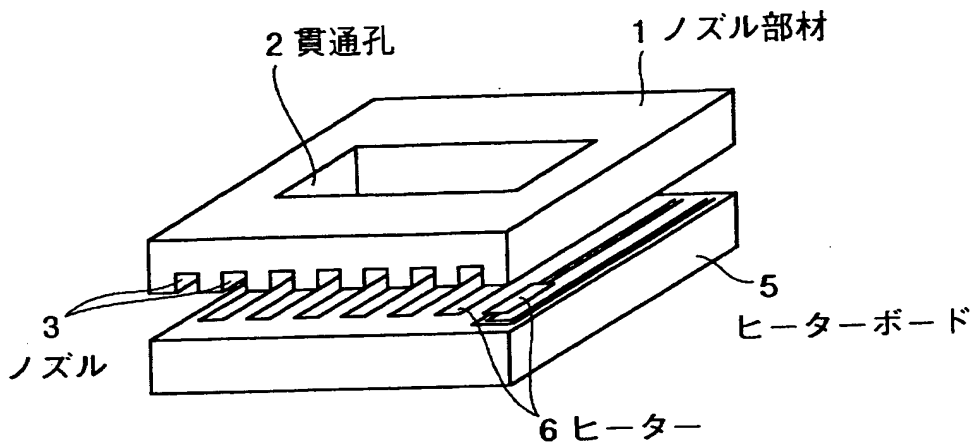
- 1、2 1      ノズル部材
- 2、2 2      貫通孔
- 3、2 3      ノズル
- 2 4      液室
- 5、2 5      ヒーターボード（素子基板）
- 6、2 6      ヒーター（吐出エネルギー発生素子）
- 9、2 9      弁
- 1 0、3 0      シリコンウエハ

特2000-389712

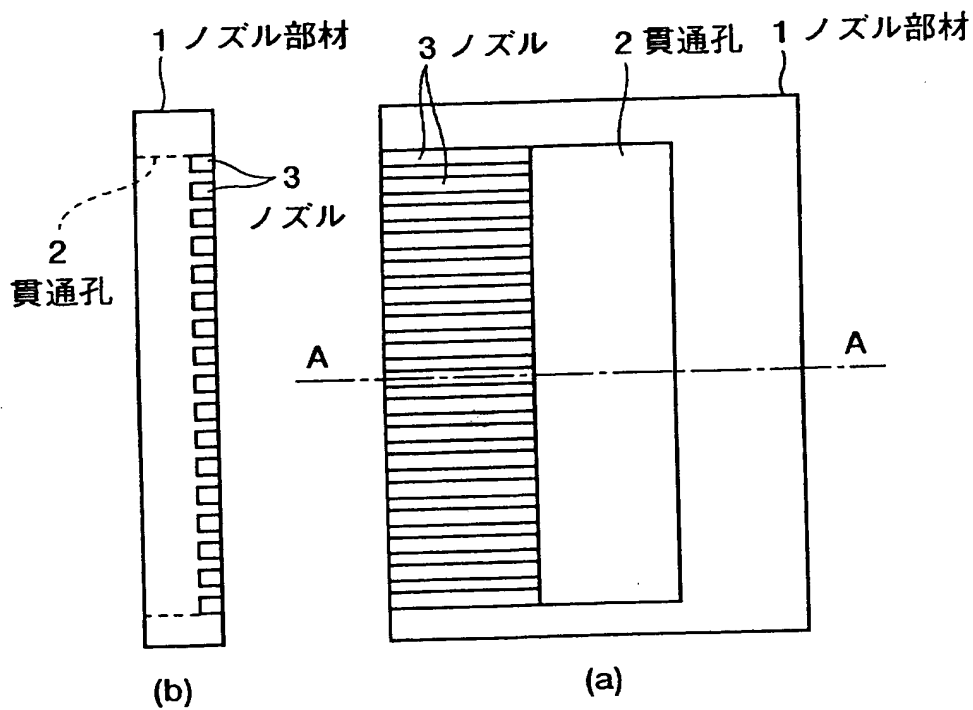
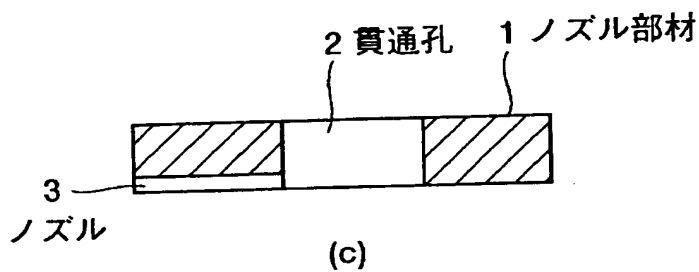
11、12、31、32 二酸化珪素薄膜

【書類名】 図面

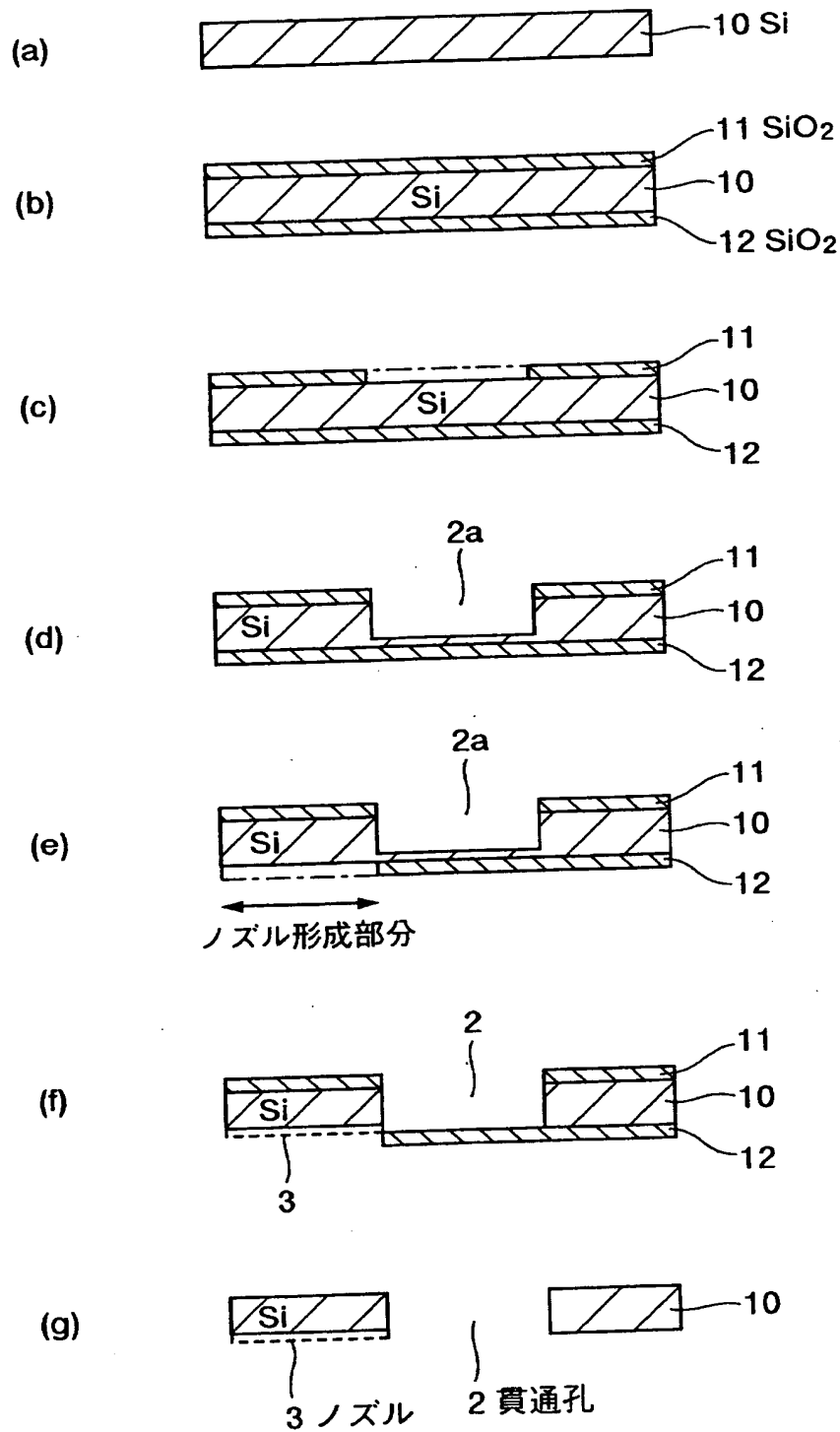
【図 1】



【図 2】

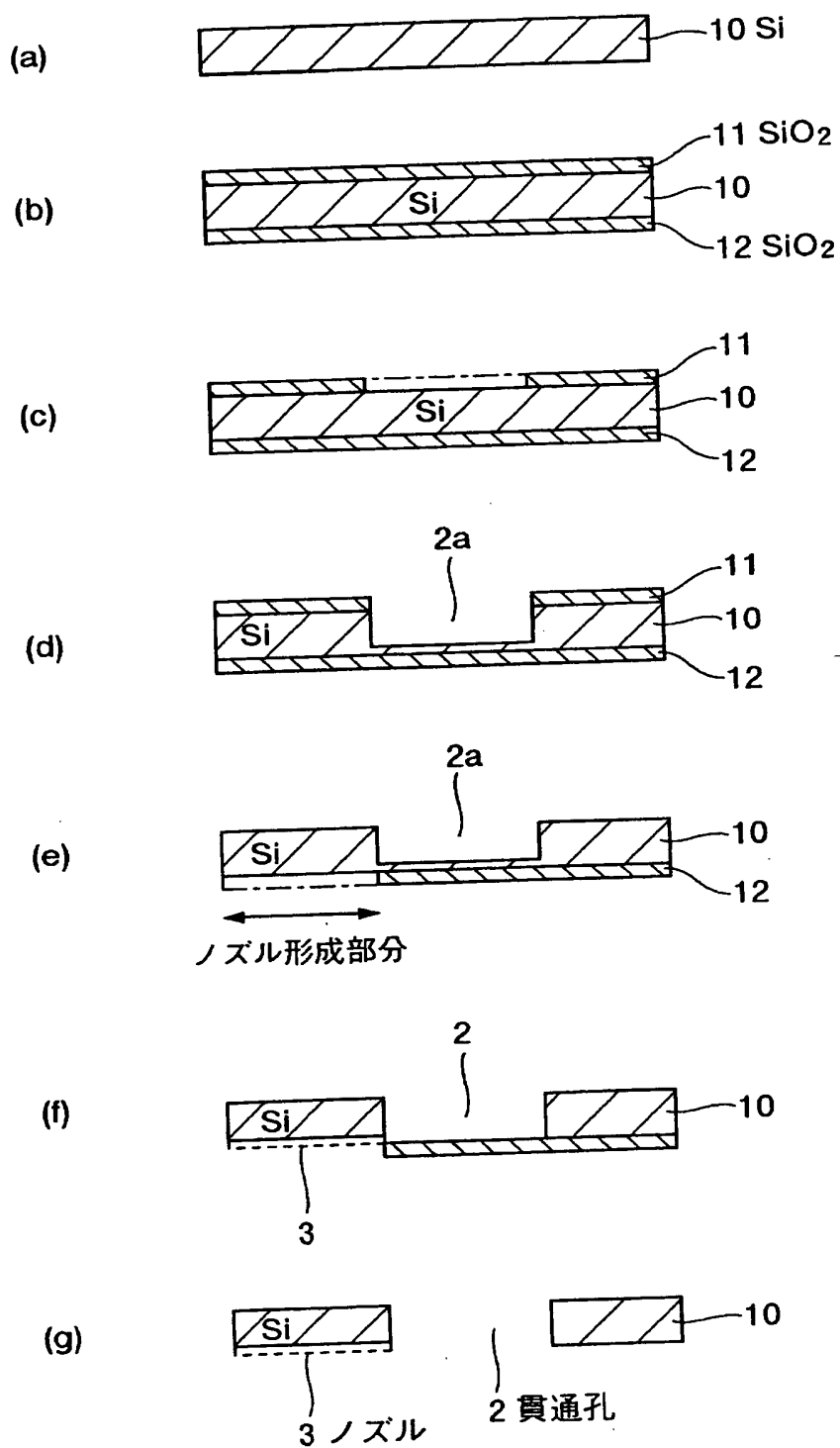


【図 3】

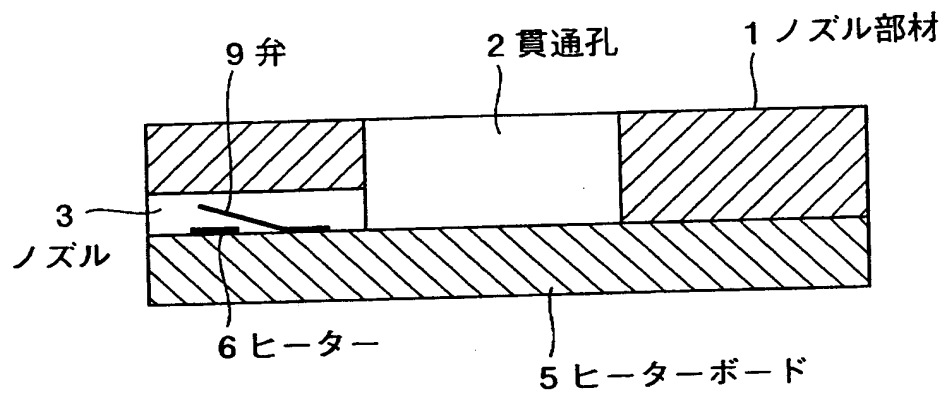




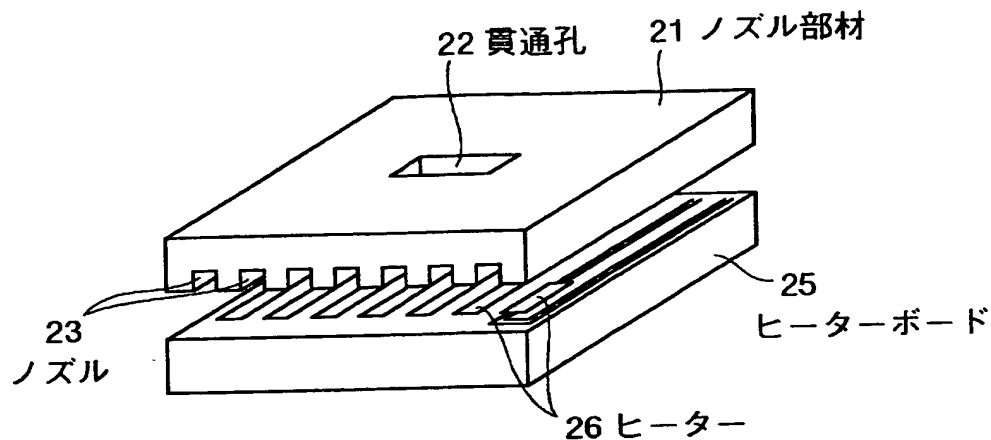
【図4】



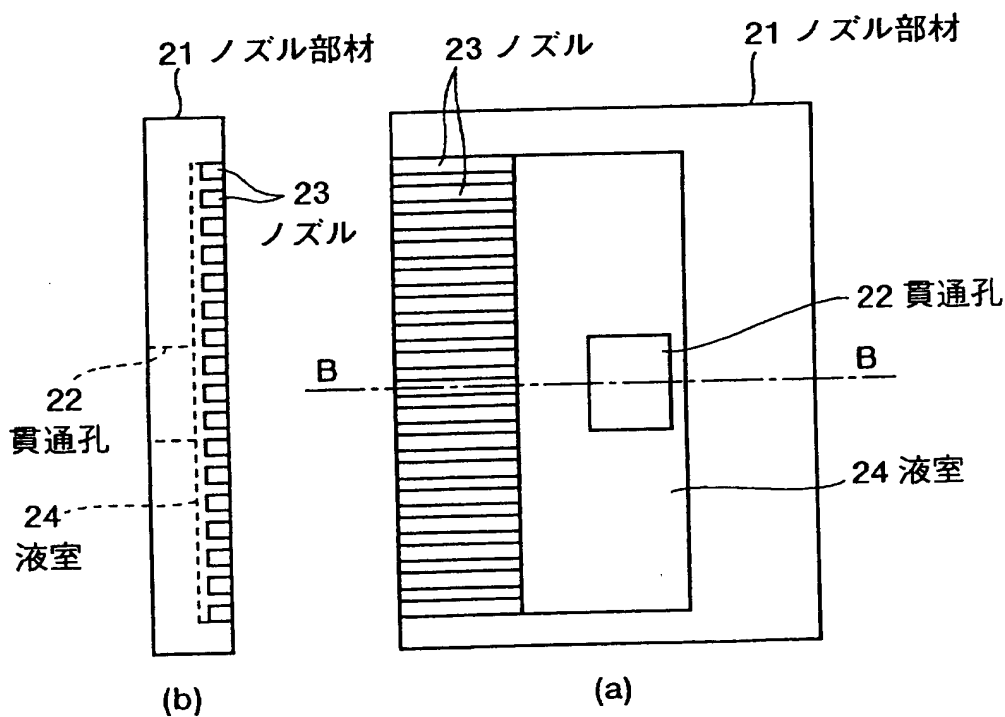
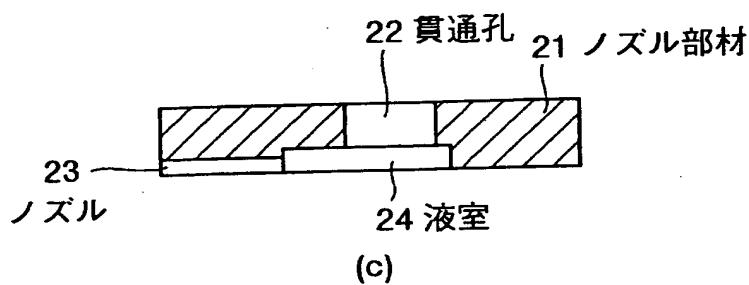
【図5】



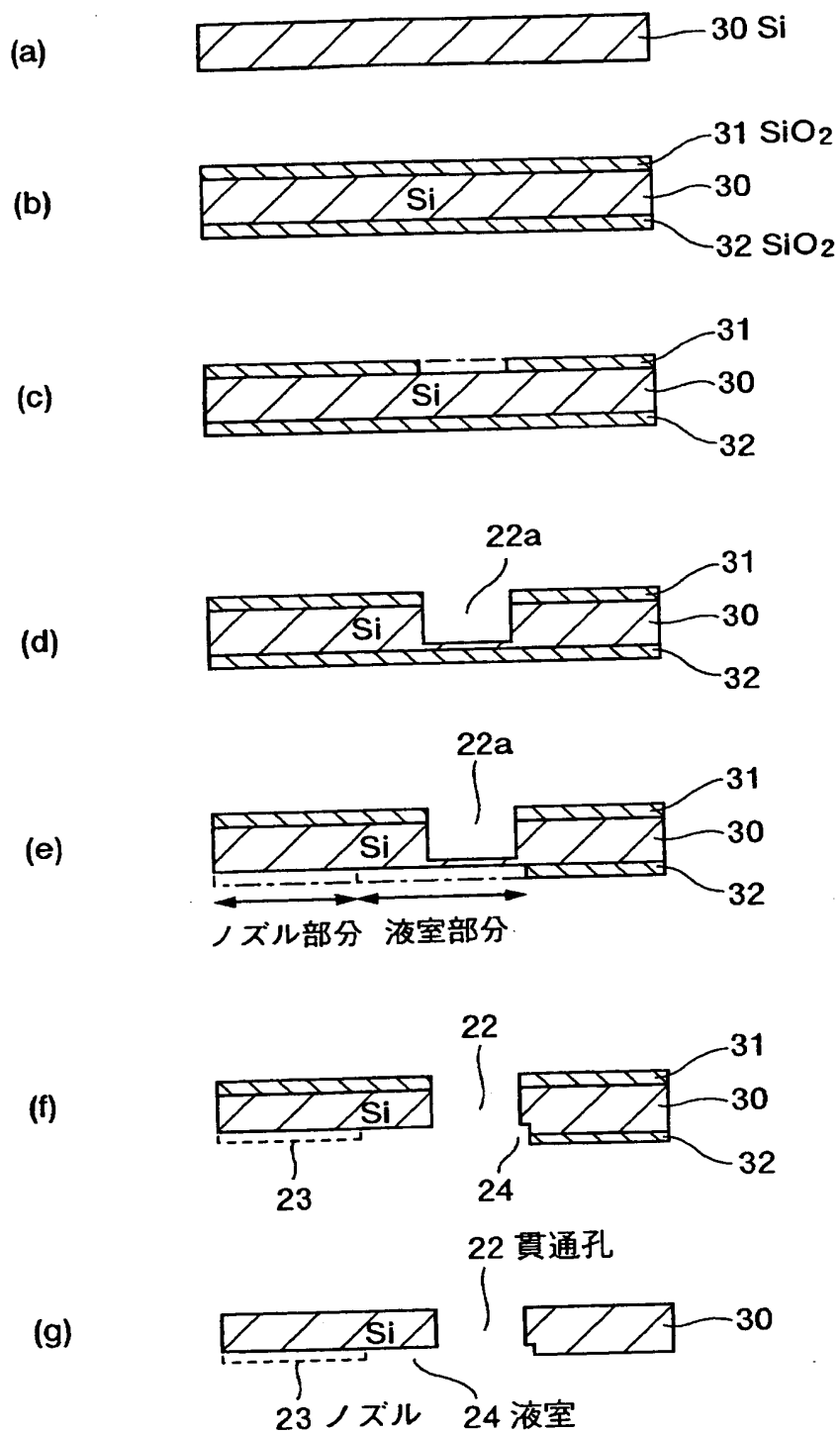
【図 6】



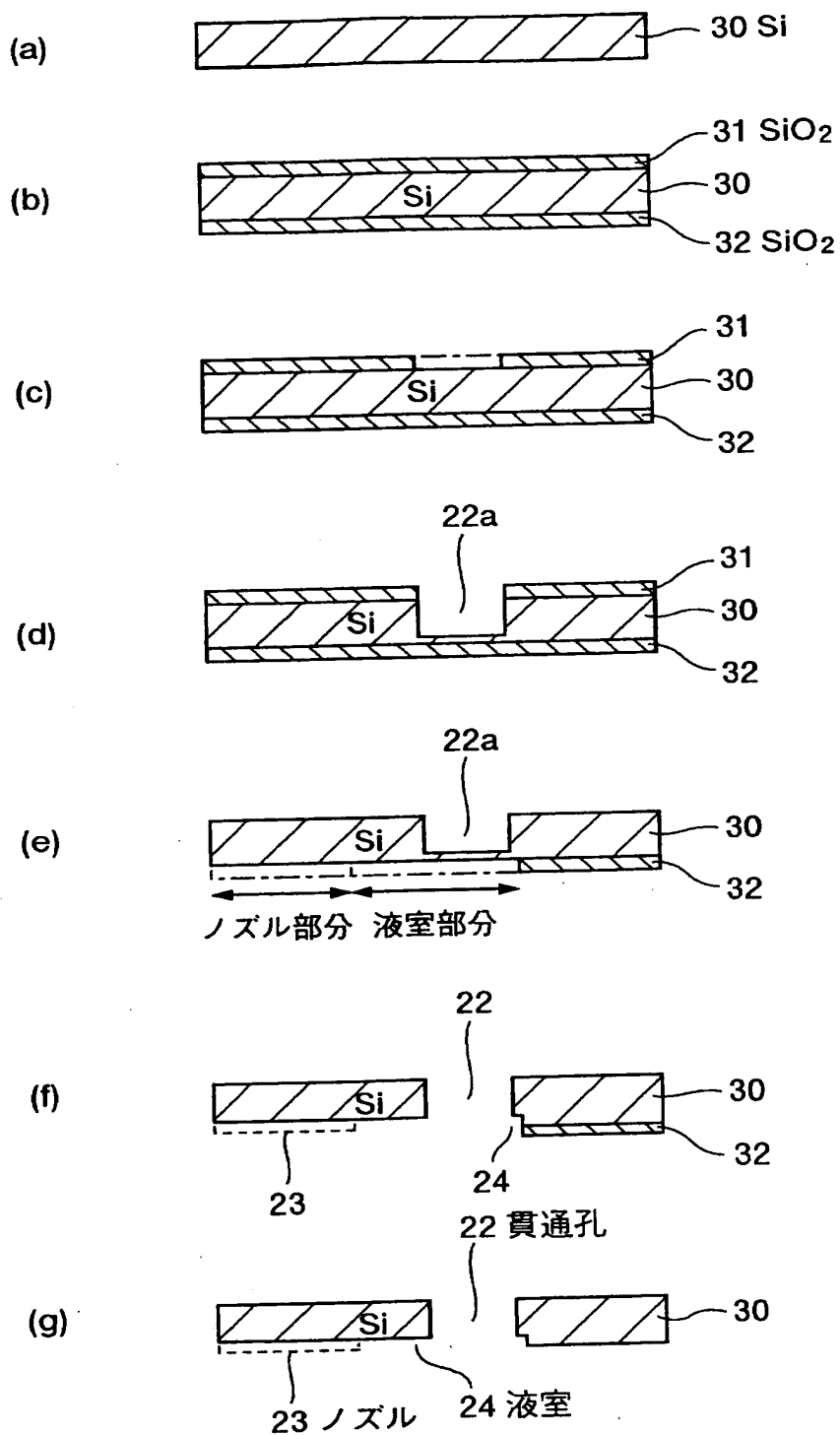
【図 7】



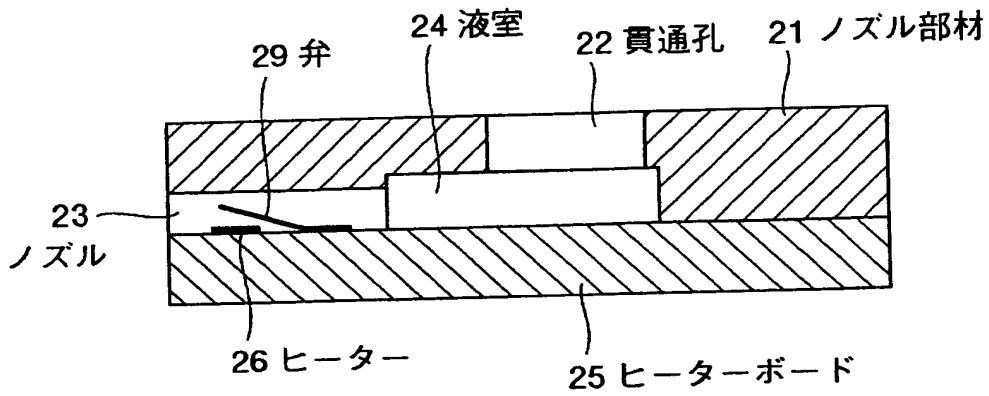
【図 8】



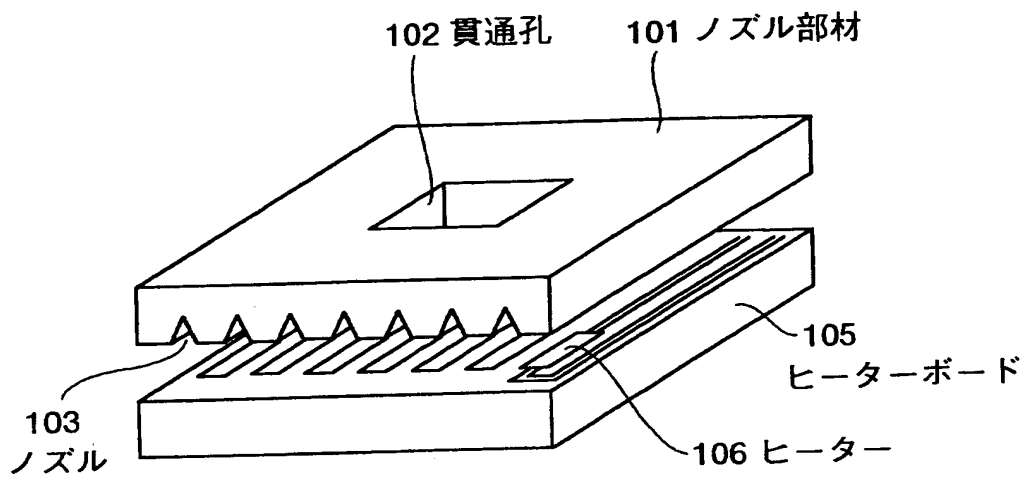
【図9】



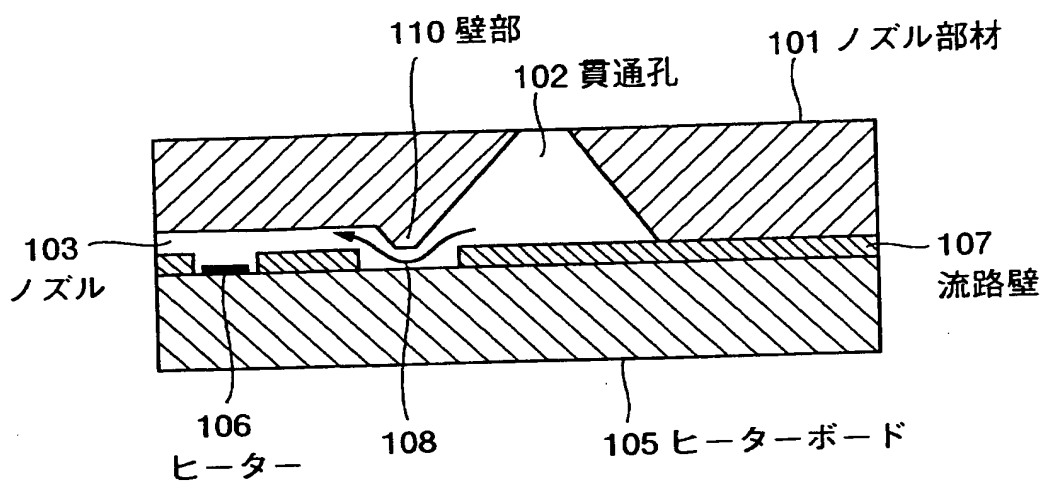
【図10】



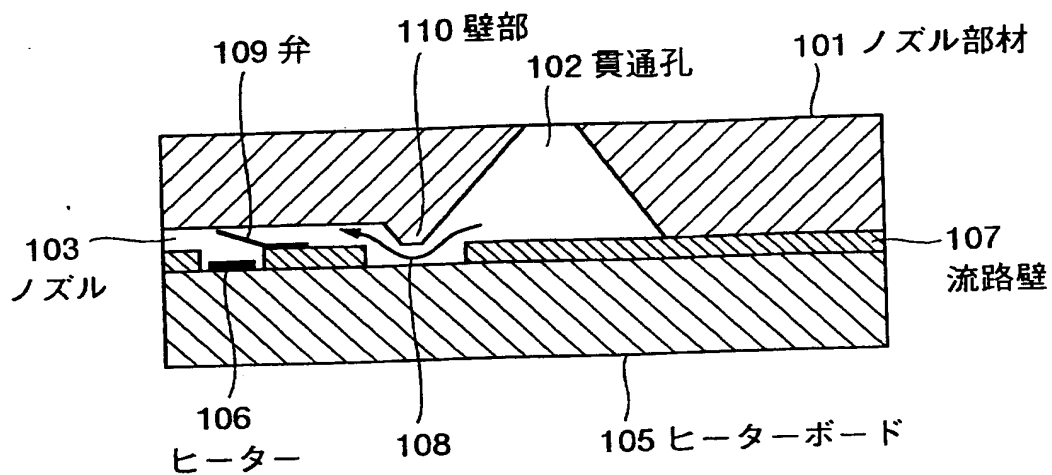
【図11】



【図12】



【図13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 表面が  $\langle 110 \rangle$  面のシリコンウエハに異方性エッチングを施して断面矩形状の液吐出用ノズルを形成し、ノズルの高密度化および長尺化に好適な液体噴射ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】 表面が  $\langle 110 \rangle$  面のシリコンウエハで構成したノズル部材 1 に対し、ノズル形成面と反対側の面から異方性エッチングを施して貫通孔（液流路）2 となる孔を形成し、ノズル形成面からさらに異方性エッチングを施して複数のノズル 3 を形成するとともに孔を貫通させてノズル 3 と貫通孔 2 を連通させる。ノズル 3 および貫通孔 2 は断面矩形状に形成され、ノズルの高密度化が可能となる。ノズル部材 1 を複数のヒーター 6 を配設したシリコン製のヒーターボード 5 に接合することにより、両者間に熱による歪みが生じることがなく両者間の密着性が保たれ、液体噴射ヘッドの長尺化を図ることができる。

【選択図】 図 1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
氏 名 キヤノン株式会社